

## OR 手法の公共政策への応用に関する調査研究

情報科学部 情報システムコース ミヨー イ (苗 為)

指導教員：奥田 隆史

## 1 はじめに

公共部門における意思決定が政策として形成され、公共政策として実施される。どのような政策が望ましいかという問題は関連する多くの集団の価値観、利害関係も異なるため、非常に難しい問題となる。政策決定に際しては、集団の評価基準として住民の便益、行政の効率、公平性、平等性など様々なものが考えられ、さまざまな制約が加わることも多い。どのような意思決定が最も合理的かつ最適かといった問題は非常に重要である[1]。このような“合理的かつ最適”の解を求めるには厳密な根拠が必要である。厳密な根拠は科学的なアプローチを用いて出さなければならない。OR(オペレーションズ・リサーチ)的な手法はその科学的なアプローチの一種である。本研究ではOR手法の公共政策への応用についての調査をおこなう。

## 2 公共政策における OR 手法

OR では問題を解決するためによく数理モデルを用いる[2]。OR でよく使われる数理モデルには以下のようなものがある。

(1) 回帰分析モデル：現実世界では、相関がある事象がよく見られる。例えば、経済においては、国民の所得が多くなるにつれて、経済全体の消費も多くなるという相関現象がある。このような相関現象を表すためによく使われる数理モデルが回帰分析モデルである。回帰分析モデルを用いてある事象からそれらと関係する事象を予測することができる。

(2) マルコフモデル：これは確率モデルの一種である。さまざまな状態があり、かつマルコフ性を持つシステムの解析によく使われる。マルコフ性とはいまの状態から次にどの状態へいくのかは、いまの状態のみで決められるという性質である。例えば、ある学生は家・学校・その他のどこかにいる三つの状態をもち、いずれかの状態にいる。また、この学生の次の状態がいまの状態のみで決められる(マルコフ性をもつ)とき、この学生の行動を分析するのにマルコフモデルが適用できる。

(3) 数理計画モデル：これは最適な解を求めるためによく使われる数理モデルである。例えば、公共部門では公共施設を作る際に限られた予算で利用者の満足度が最も高くなるような施設を作る問題がある。このような問題を解決するためによく使われるのが数理計画モデルである。

## 3 数値例 (マルコフモデル)

紙面の都合により本稿では(2)で示したマルコフモデルのみについて病院の各ユニットの利用率を求める問題を一例として示す。ある病院が6つのユニット(ER, POW, SU, POU, ICU, ECU)からなる場合を示す[3]。各ユニットの機能はER：救急診療。POW：手術前の準備を行う。SU：手術を行う。POU：手術後の一時観察。ICU：集中治療。ECU：延長治療である。

患者が各ユニットにいる状態及び退院した状態を状態区間の要素にする。状態区間は{ER=1, POW=2, SU=3, POU=4, ICU=5, ECU=6, 退院=7}となる。患者が病院における状態遷移を図1に示す。患者がERから病院に入ると、状態遷移図の矢印にしたがって各ユニットへ遷移する。最終的に“退院”の状態へ遷移すると退院となる。

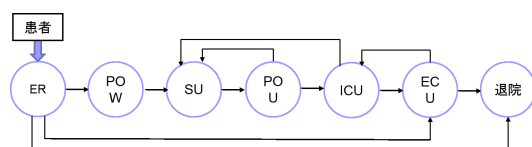


図1 患者が病院における遷移図(退院状態を含む)

各ユニットにおける利用率を求めるためには、“退院”の状態を除外する必要がある。そこで、図1における状態“退院”と状態“ER”を一つの状態にする。“退院”状態を遷移先とする遷移を状態“ER”に遷移させる。“退院”状態を消す。それで新たな状態“ER”が作られる。つまり、一人の患者が退院するとすぐ一人の患者が入院と見なすことで、ずっと“同じ”患者が各ユニットの間を回すと見なすことができる。それで、新たな状態

区間{ER=1, POW=2, SU=3, POU=4, ICU=5, ECU=6}が得られる。新たな状態遷移図を図2に示す。

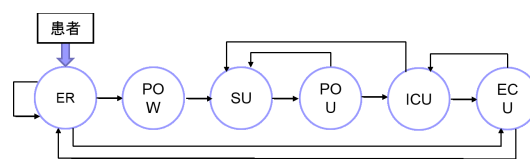


図2 患者が病院における遷移図(退院状態を含まない)

図2に基づいて、各状態の定常確率 $\pi_j (1 \leq j \leq 6)$ は以下の式により求める。

$$\pi_j = \sum_{i=1}^6 \pi_i P_{ij}, \quad \sum_{j=1}^6 \pi_j = 1, \quad (1 \leq i, j \leq 6) \quad (1)$$

$P_{ij}$ : 状態*i*から状態*j*への遷移率

各ユニットの利用率 $L_j (1 \leq j \leq 6)$ は以下の式により求める。

$$L_j = \frac{\pi_j W_j}{\sum_{i=1}^6 \pi_i W_i}, \quad (1 \leq i, j \leq 6) \quad (2)$$

$W_i$ : 状態*i*における平均待ち時間(単位: 時間)

$P_{ij} (1 \leq i, j \leq 6)$ ,  $W_i (1 \leq i \leq 6)$ の値はそれぞれ以下の遷移行列*P*と平均待ち時間ベクトル*W*により与えられるときの数値例をここより示す。

$$P = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.32 & 0 & 0 & 0.38 & 0.05 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.06 & 0 & 0.94 & 0 \\ 0 & 0 & 0.02 & 0 & 0 & 0.98 \\ 0.88 & 0 & 0 & 0 & 0.12 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W = [4.5 \quad 2.4 \quad 6.8 \quad 4.4 \quad 36.7 \quad 118.0]$$

式(1)と(2)により計算する。各ユニットの利用率ベクトル

$$L = [0.03 \quad 0.01 \quad 0.02 \quad 0.01 \quad 0.21 \quad 0.72]$$

と求めることができる。

これより、 $L_5 = 21\%$ ,  $L_6 = 72\%$ となる。つまり患者は最も滞在する時間が長いのはユニットICUとユニットECUであることが分かる。したがって、この二つのユニットは最も患者が集まるところだと分かる。ゆえに、病院はこの二つのユニットに対して、定員オーバー起らないように十分の用意が必要だと考えられる。また、この二つのユニットに人手を多く回すことも必要であると考えられる。

## 4 おわりに

本研究ではOR手法の公共政策への応用についての調査をおこなった。公共政策におけるOR手法およびOR手法の公共政策への応用例をいくつか示した。公共政策を作る際にOR手法を用いることにより、有用な結果を手に入れることができると分かった。また、数値例としてはいくつかの問題を解いた。今後の課題としては新たに現れる公共政策問題へのOR手法の応用に関する研究があげられる。ほかにコンピュータ技術の進歩につれて現れる新たなOR手法への研究も課題となると考えられる。

## 参考文献

- [1] 大山達雄, 『公共政策 OR ハンドブック』, 朝倉書店, 1998.
- [2] 大山達雄, 『公共政策とOR』, 朝倉書店, 2002.
- [3] V.G.Kulkarni, *Introduction to Modeling and Analysis of Stochastic Systems*, Springer, 2010.